



12

Gebrauchsmuster

U1

(11) Rollennummer G 90 06 957.9

(51) Hauptklasse D03D 11/00

Nebeklasse(n) D03D 27/12 004B 1/14

D04B 21/14 D05C 17/02

B32B 27/04 B32B 5/12

C08J 5/04 B29B 11/16

(22) Anmeldetag 22.06.90

(47) Eintragungstag 24.10.91

(43) Bekanntmachung
im Patentblatt 05.12.91

(54) Bezeichnung des Gegenstandes
Verbund- und Hybridwerkstoffbahn

(71) Name und Wohnsitz des Inhabers
Parabeam Industrie- en Handelsonderneming B.V.,
Helmond, NL

(74) Name und Wohnsitz des Vertreters
Sparing, K., Dipl.-Ing.; Röhl, W., Dipl.-Phys.
Dr.rer.nat.; Henseler, D., Dipl.-Min. Dr.rer.nat.,
Pat.-Anwälte, 4000 Düsseldorf

DIPL.-ING. H. MARSCH 1931 - 1970
DIPL.-ING. K. SPARING
DIPL.-PHYS. DR. W. H. RÖHL
PATENTANWÄLTE
ZUGEL. VERTRETER BEIM EUROPÄISCHEN PATENTAMT

D-1000 DÜSSELDORF 1
RETHELSTRASSE 123
POSTFACH 140268
TELEFON (02 11) 67 10 34
TELEFAX (02 11) 66 31 20
TELEX 838 2542 SPRO D

Parabeam Industrie- en
Handelsonderneming B.V.
Hoogeindsestraat 49
NL - 5705 Helmond

7/151

Verbund- und Hybridwerkstoffbahn

Die Erfindung betrifft eine Verbund- und Hybridwerkstoffbahn mit einer Polymermatrix und einer Verstärkungskomponente in Form eines textilen Flächengebildes.

Derartige Kunststoff-Verbund- und Hybridwerkstoffe besitzen wegen ihrer guten mechanischen Eigenschaften und ihrem geringen Gewicht ein weites Anwendungsgebiet, wobei durch Variieren der Polymermatrix, der Verstärkungskomponenten und ihrer gegenseitigen Anordnung ein gewünschtes Eigenschaftsprofil erzeugbar ist. Die als Bindemittel wirkende Polymermatrix ist dabei im allgemeinen ein ausgehärtetes Harz aus einem thermoplastischen oder duromeren Kunststoff, während die Verstärkungskomponenten von natürlichen oder synthetischen, organischen oder anorganischen Fasern gebildet werden. Da im Verbund die Verstärkungsmaterialien die mechanischen Eigenschaften, wie z.B. Festigkeit und Steifigkeit, maßgeblich bestimmen, hat die Art des Verstärkungsmaterials und seine Anordnung im Verbundwerkstoff einen entscheidenden Einfluß. Als Verstärkungskomponenten werden folglich Fasern mit hohen Elastizitätsmodulen und hoher Reißfestigkeit verwendet. Hochleistungsfasern dieser Art sind beispielsweise Glasfasern und insbesondere Kohlenstoff- und Aramidfasern, die in der Hauptbeanspruchungsrichtung angeordnet sind. Das Einbetten dieser Fasern in Form von Flachgeweben in die Polymermatrix hat den Vorteil, daß auch unter Langzeitzug der Kunststoff nicht viskoselastisch zu kriechen beginnt, solange die Beanspruchung in Geweberichtung erfolgt.

Die hochfesten Fasern sind jedoch nicht problemlos verwendbar, da sie meist nur eine geringe Bruchdehnung besitzen. Gerade die Fasern mit der höchsten Reißfestigkeit, die Hochmodul-Kohlefasern, haben die niedrigste Bruchdehnung. Eine gewisse Biegsamkeit eines Konstruktionswerkstoffes ist jedoch erforderlich, damit örtliche Spannungskonzentrationen nicht zu örtlichen Brüchen, sondern zu Spannungsumlagerungen führen. Häufig stellt man schon bei geringen Belastungen eine Rißbildung fest, und zwar infolge der geringen Dehnung der Faserverstärkung. Desweiteren treten am Bauteil häufig Stoßbelastungen auf, so daß von den Fasern auch eine gewisse Schlagzähigkeit erwartet wird, die im allgemeinen korreliert mit der jeweiligen Bruchdehnung.

Neben den aus zwei Bestandteilen aufgebauten Verbundwerkstoffen sind daher auch sogenannte Hybridwerkstoffe bekannt, die zwei oder mehrere verschiedene Faserarten kombinieren, um dadurch bestimmte Eigenschaften zu erzielen, wie z.B. verbesserte Schlagzähigkeit, indem gleichzeitig Glas- oder Aramidfasern und Kohlenstofffasern in eine Epoxidharzmatrix eingebaut werden. Die Tatsache, daß die Fähigkeit der Kohlenstofffasern, die spezifische Festigkeit eines Werkstoffs wesentlich zu steigern, nicht völlig ausgeschöpft werden kann, hat schließlich zur Übernahme von Stahl in einen hybriden Stoffverbund geführt, was allerdings der typischen Forderung des modernen Leichtbaus, Gewichtsminderung unter Beibehaltung oder gar Verbesserung der mechanischen Eigenschaften, entgegenläuft.

Schließlich entstehen durch den heterogenen Aufbau des Verbundes und der orthotropen Eigenschaften der Fasern, d.h. ungleiche Eigenschaften in Faserrichtung und quer dazu, innere Spannungen, die aus Quellungen und Wärmedehnungen resultieren. Um aus Fasern und Kunststoffen ein leichtes und mechanisch stabiles Bauteil herstellen zu können, sollten die Polymermatrix und Verstärkungskomponente allerdings für die meisten Kräfteinleitungsfälle einen Verbundstoff bilden und nicht durch Knistern ein gegenseitiges Loslösen anzeigen.

Aufgabe der Erfindung ist es daher, einen Verbund- und Hybridwerkstoffbaustoff zu schaffen, der die durch Temperatur und Medieneinfluß aus den äußeren

Kräften, Momenten und den inneren Verformungen hervorgerufenen Werkstoffbelastungen reduziert.

Diese Aufgabe wird gemäß dem kennzeichnenden Teil des Anspruchs 1 gelöst.

Hierdurch wird eine Verbund- und Hybridwerkstoffbahn geschaffen, die unter äußeren Lasten wie Biegung, Querkraft und Torsion zu einer verminderten Reißbildung neigt, da die Polfäden für eine Spannungsableitung von der Oberware zur Unterware oder umgekehrt sorgen und die beiden textilen Lagen sicher miteinander verankern. Ober- und Unterware der Mehrlagenware sind somit zueinander lagefixiert, woraus eine leistungsfähige Einlage resultiert. Bei Druckbelastungen oder Stauchungen des Werkstoffs oder Laminats quer zur Ebene des Ober- oder Unterware üben die Polfäden zudem eine Stützwirkung aus, die ein Ausknicken der Einlage und die damit verbundene Delamination entfallen läßt. Zudem wird die Schlagzähigkeit durch Erhöhen der Sprungkraft verbessert. Eine mit der erfindungsgemäßen Mehrlagenware erzeugte Verstärkung erhöht somit nicht nur die Festigkeit, die Steifigkeit und die Dimensionsstabilität eines polymeren Grundstoffs, sondern auch seine Verformbarkeit.

Für die Fadensysteme der Oberware und Unterware sowie die Polfäden können die als Verstärkungsstoffe bekannten Fasern verwendet werden, wie natürliche, organische Fasern, z.B. Jute, Sisal; synthetische, organische Fasern, z.B. Polyester, Polyacrylnitril, Polyamid, Aramid (Kevlar 49); synthetische, anorganische Fasern, z.B. Glas, Bor, Stahl; Kohlefasern. Je nach Größe und Richtung der Werkstoffbelastung kann die Ober- und Unterware aus gleichen oder verschiedenen Fasern hergestellt sein. Also können beispielsweise die Kettfäden aus Aramidfasern bestehen, während für die Schußfäden Kohlefasern eingesetzt werden. Die Polfäden können demgegenüber aus den gleichen Fasern wie die Kettfäden und/oder Schußfäden hergestellt sein oder auch aus einer für die Kett- und Schußfäden nicht vorgesehenen Faser bestehen, z.B. aus Glasfasern.

Die als Verstärkungsstoff eingesetzten Fasern können entweder als Sta-

pelfasern zu Garnen versponnen sein oder als Mono- und/oder Multifilamente ausgebildet sein. Die hochfesten Garne wie Aramid, Glas und Kohlenstoff sind im allgemeinen Multifilamentgarne und werden hier vorzugsweise für die Kett-, Schuß- und Polfäden verwendet. Für die Polfäden kann jedoch auch vorteilhaft sein, Monofilamentgarne einzusetzen.

Die Länge der Polfäden liegt zwischen 0,1 und 1 mm. Die Dichte der Polfäden kann variieren zwischen sehr dicht und weniger dicht und liegt vorzugsweise zwischen 3 Millionen Polfäden/m² und 0,1 Millionen Polfäden/m².

Vorzugsweise handelt es sich bei der Mehrlagenware um einen unaufgeschnittenen Velours, bei dem die Polketten von der Oberware zur Unterware oder umgekehrt wechseln und dabei zwei textile Flächengebilde aufeinanderliegend verbinden, so daß diese reibschlüssig in Eingriff stehen.

Die Aufteilung der Last zwischen Lage und Matrix hängt auch vom Volumengehalt der Komponenten ab. Hinsichtlich dieses Volumengehalts hat sich ein Gewichtsverhältnis von Lage zu Kunststoff von 50 : 50 als vorteilhaft herausgestellt. Der Volumengehalt an Lagen kann geändert und angepaßt werden durch einerseits Wahl der Dichte der Polfäden und andererseits Einbau mehrerer Mehrlagen in das Laminat. Neben der Mehrlagenware sind auch textile Einfachlagen in die Matrix einbettbar. Diese Einfachlagen sind vorzugsweise ein- oder zweiseitig mit Noppen ausgebildet.

Als Matrix-Kunststoffe sind unter anderem verwendbar bei den Thermoplasten Polyamide, Polypropylen, Polybutylen- und Polyethylenterephthalat, Polyacetal, ABS und Polycarbonat, bei den Elastomeren Kautschuk und Po-

lyurethane, bei den duromeren Reaktionsharzen die ungesättigten Polyester (UP-Harze), Epoxide und Vinylester.

Eine wesentliche Voraussetzung für ein leistungsfähiges Eigenschaftsniveau ist eine feste Haftung zwischen dem Verstärkungsmaterial und der Kunststoffmatrix. Durch die Kombination von Mehrlagenwaren und Einfachlagenwaren mit Noppen zu einer Verstärkungskomponente kann die Anbindung im Verbund verbessert und damit die Gefahr des Delaminierens reduziert werden.

Schließlich kann der Werkstoff mit einer wasserabweisenden Beschichtung ausgestattet sein, die insbesondere bei Einsatz dieser Verbund- und Hybridwerkstoffe im Schiffsbau von Bedeutung ist. Diese Beschichtung kann aus Silikonkautschuk oder Polyurethan bestehen.

Weitere Ausgestaltungen der Erfindung sind den Unteransprüchen und der nachfolgenden Beschreibung zu entnehmen.

Die Erfindung wird nachstehend anhand der in den beigefügten Abbildungen dargestellten Ausführungsbeispiele näher erläutert.

Fig.1 zeigt schematisch einen Querschnitt eines ersten Ausführungsbeispiels eines Laminats aus einem Verbund- und Hybridwerkstoff,

Fig.2 zeigt schematisch einen Querschnitt eines zweiten Ausführungsbeispiels des Laminats,

Fig.3 zeigt schematisch einen Querschnitt eines dritten Ausführungsbeispiels des Laminats,

Figur 1 zeigt ein erstes Ausführungsbeispiel eines Laminats 1 eines Verbund- und Hybridwerkstoffs mit einer Polymermatrix 2 und einem textilen Flächengebilde 3, das in die aushärtbare Polymermatrix 2 eingebettet ist. Das textile Flächengebilde 3 wird von einer Mehrlagenware gebildet, die eine Oberware 4 und eine Unterware 5 umfaßt. Mittels Polfäden 6 sind die Oberware 4 und Unterware 5 aneinandergezogen und liegen ohne Abstand übereinander, wodurch eine Verstärkungseinheit aus zwei aneinandergehefteten textilen Lagen entsteht. Ober- und Unterware 4 und 5 können gewebt, gestrickt, gewirkt, getuftet oder als Raschelware ausgebildet sein, und die Polfäden 6 können durch Web- oder Maschentechnik in die Ober- und Unterware 4 und 5 eingebunden sein.

Das in Figur 1 dargestellte erste Ausführungsbeispiel umfaßt als textiles Flächengebilde 3 ein Mehrlagengewebe. Dieses Mehrlagengewebe besteht aus einem Obergewebe 4 und einem Untergewebe 5, die durch in Kettrichtung eingewebte Polfäden 6 miteinander verbunden sind. Ober- und Untergewebe 4 und 5 besitzen in bekannter Weise verkreuzte Kettfäden 7 und Schußfäden 8. Neben Leinwandbindung kann die Bindung des Grundgewebes auch Rips, gemischter Rips, Panama oder auch Köper bzw. Atlas sein. Vorzugsweise sind Ober- und Untergewebe 4 und 5 mit einer lockeren Einstellung gewebt.

Die Art der Einbindung der Polfäden 6 erfolgt vorzugsweise über V-Noppen. Die Länge der Polfäden 6 liegt zwischen 0,1 und 1 mm, wodurch ein abstandsloses Aufeinanderliegen der Ober- und Unterware 4 und 5 erreicht wird. Durch das Polfadensystem wird somit ein Mehrlagengewebe erzeugt, dessen Gewebelagen zu einer Einheit verankert sind, wobei in dieser Einheit die beiden Lagen 4 und 5 eine Scherelastizität zueinander besitzen. Die Dichte der Polfäden 6 beträgt 1,5 Millionen Polfäden/m² und liegt vorzugsweise zwischen 3 Millionen Polfäden/m² und 0,1 Millionen Polfäden/m².

Die zu dem Gewebe verwebten Garne bestehen aus hochfesten Fasern mit einer hohen Reißfestigkeit und einem hohen Elastizitätsmodul. Verwendbar sind natürlich, organische Fasern wie Jute, Sisal; synthetische, organische Fasern wie Polyester, Polyacrylnitril, Polyamid, Aramid; synthetische, anorganische Fasern wie Glas-E, Glas-R, Glas-S, Glas-Quarz, Berylliumoxid, Bornitrid, Zirkonoxid, Zirkonsilikat, Siliciumsilikat, Bor mit Wolfram-Seele, Bor+SiC mit W-Seele, Magnesium, Aluminium, Stahl, Molybdän, Tantal, Wolfram; Kohlefasern wie Hochfeste Fasern (HT), Hochmodulfaser (HM); sowie andere hochfeste Fasern. Derartige hochfeste Fasern sind im allgemeinen zu Multifilamentgarnen verarbeitet. Die demgegenüber dicken Monofilamentgarne sind ebenfalls geeignet,

werden allerdings vorzugsweise nur für die Polfäden verwendet. Darüberhinaus sind auch die aus Stapelfasern gesponnenen Garne aus hochfestem Material einsetzbar.

Bei dem in Fig.1 dargestellten Ausführungsbeispiel bestehen die Kettfäden, die Schußfäden und die Polfäden aus der gleichen hochfesten Faser, wie z.B. Aramid. Existiert eine starke Beanspruchung des Laminats in nur einer Richtung, z.B. der Kettrichtung oder Schussrichtung, so können nur die Kettfäden oder die Schußfäden aus einer noch festeren Faser, wie z.B. der Kohlefaser, bestehen. Aus Kostengründen werden häufig auch Glasfasern eingelagert, die sich mit Aramid- und/oder Kohlefasern sowie anderen hochfesten Fasern in dem Mehrlagengewebe gemäß Fig. 1 kombinieren lassen. Schließlich kann für die Polfäden noch eine gegenüber den Fasern für Kettfäden und Schußfäden andere hochfeste Faser verwendet werden, so daß drei verschiedene Faserarten das Doppelgewebe aufbauen können.

Kunststoffe für die Polymermatrix sind Thermoplaste wie Polyamide, Polypropylen, Polybutylen- und Polyethylenterephthalat, Polyacetal, Acryl-Butadien-Styrol-Copolymerisate (ABS) und Polycarbonat; Elastomere wie Kautschuk und Polyurethan; sowie duromere Reaktionsharze wie die ungesättigten Polyester (UP-Harze), Epoxide und Vinylester. Dazu kommt die große Anzahl der härtbaren Formmassen auf Basis Pheno- und Aminoplast

Vorteile bei der Formherstellung gegenüber zur Zeit eingesetzten Epoxiden bieten die Thermoplaste, da flächige gewebeverstärkte Thermoplasthalbzeuge sich nach dem Erhitzen auf eine Temperatur, bei der das Matrixpolymer genügend fließfähig ist, in einem Preßwerkzeug umformen lassen. Thermoplasthalbzeuge sind somit beliebig lagerbar.

Figur 2 zeigt ein zweites Ausführungsbeispiel des Laminats 1, bei dem mehrere Mehrlagengewebe 3 in die Polymermatrix 2 eingebettet sind. Die Anzahl der übereinanderliegenden Mehrlagen kann zwischen 2 und 15 liegen.

Neben der Kombination mehrerer Mehrlagengewebe 3 zu einer Verstärkungskomponente kann auch ein Verbund textiler Flächegebilde eingesetzt werden, bei dem Mehrlagenwaren mit Einlagenwaren in der Schichtenfolge kombiniert werden. Figur 3 zeigt ein drittes Ausführungsbeispiel eines Laminats 1, bei dem die Mehrlagengewebe 3 mit einem Einlagengewebe 9 kombiniert sind. Dieses Einlagengewebe 9 ist vorzugsweise ein- oder zweiseitig mit Noppen 10 ausgebildet.

25

A n s p r ü c h e

1. Verbund- und Hybridwerkstoffbahn, bestehend aus einer Polymermatrix und einer Verstärkungs Komponente in Form eines textilen Flächengebildes, dadurch gekennzeichnet, daß als textiles Flächen gebilde (3) eine Mehrlagenware vorgesehen ist mit einer Oberware (4) und einer Unterware (5), die durch Web- oder Maschentechnik eingelegte Polfäden (6) mit einer Scherelastizität zueinander aufeinander liegend verankert sind.
2. Verbund- und Hybridwerkstoffbahn nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Ober- und Unterware (4, 5) gewebt, gestrickt, gewirkt, getuftet oder gestochen sind.
3. Verbund- und Hybridwerkstoffbahn nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Länge der Polfäden (6) zwischen 0,1 und 1 mm liegt.
4. Verbund- und Hybridwerkstoffbahn nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Dichte der Polfäden (6) zwischen 0,1 Millionen Polfäden/m² und 3 Millionen Polfäden/m² liegt.
5. Verbund- und Hybridwerkstoffbahn nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Fadensysteme der Ober- und Unterware (4, 5) sowie die Polfäden (6) aus hochfesten Fasern, wie Glas, Kohlenstoff, Aramid oder hochfestem Polyethylen, bestehen.
6. Verbund- und Hybridwerkstoffbahn nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß als Polymermatrix (2) Thermoplaste, Elastomere, Duromere oder ungesättigte Polyester vorgesehen sind.
7. Verbund- und Hybridwerkstoffbahn nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß mehrere Mehrlagenwaren (3) in der Polymermatrix (2) eingebettet sind.
8. Verbund- und Hybridwerkstoffbahn nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß die Mehrlagenwaren (3) zusammen

mit textilen Einfachlagen (9) den Schichtenverbund einer Verstärkungskomponente bilden.

9. Verbund- und Hybridwerkstoffbahn nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß die Einfachwaren von einer Grundware mit ein- oder zweiseitigen Noppen (10) gebildet wird.

9 109

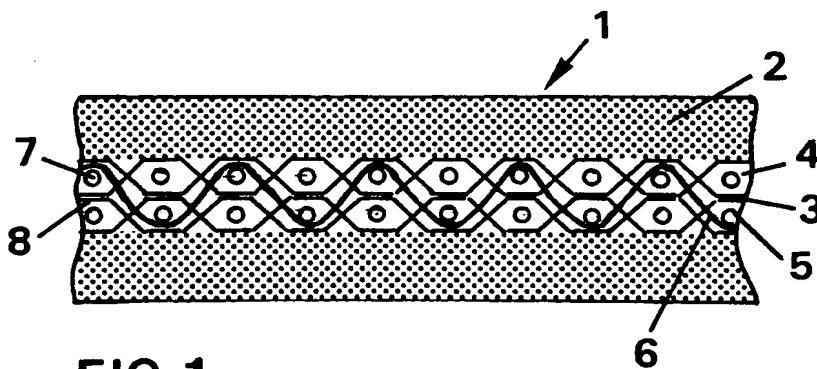


FIG. 1

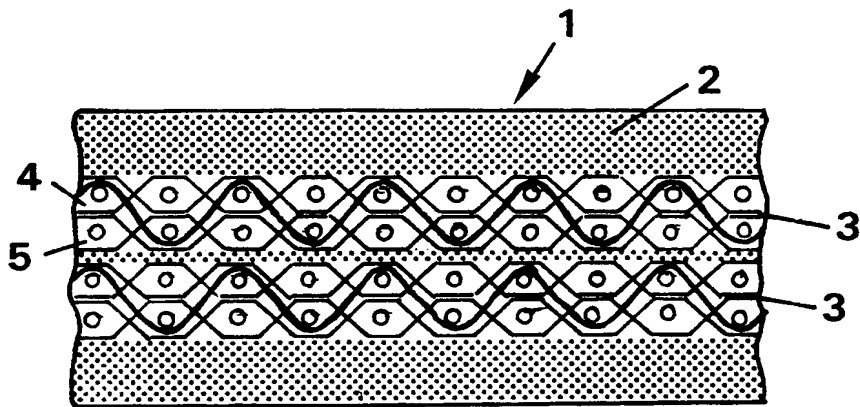


FIG. 2

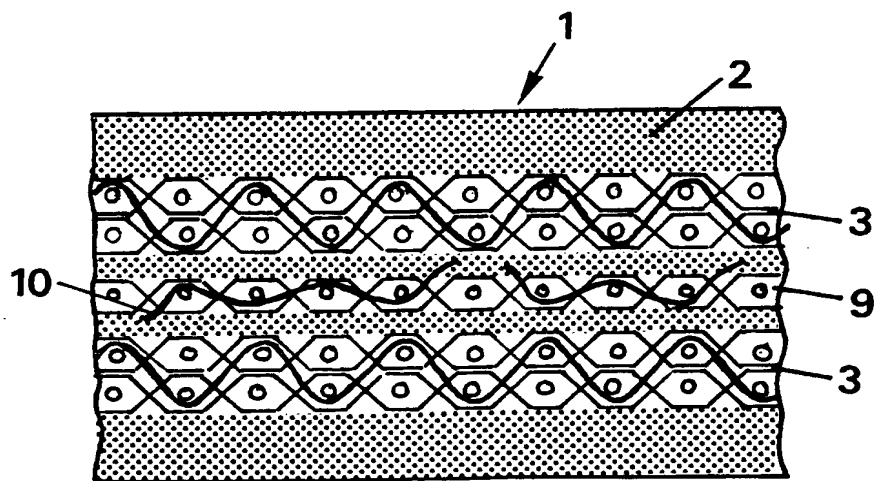


FIG. 3

Docket # 2427/207-104

Applic. # 09/379,215

Applicant: Beckmann

Lerner and Greenberg, P.A.

Post Office Box 2480

Hollywood, FL 33022-2480

Tel: (954) 925-1100 Fax: (954) 925-1101

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.

THIS PAGE BLANK (USPTO)